

ATTORNEY DOCKET NO.: 71241

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant : BERNINGER  
Serial No :  
Confirm No :  
Filed :  
For : METHOD AND DEVICE...  
Art Unit :  
Examiner :  
Dated : December 15, 2003

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

PRIORITY DOCUMENT

In connection with the above-identified patent application, Applicant herewith submits a certified copy of the corresponding basic application filed in

Germany

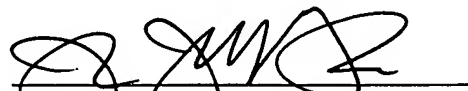
Number: DE 102 58 633.0

Filed: 16/Dec./2002

the right of priority of which is claimed.

Respectfully submitted  
for Applicant(s),

By:



John James McGlew

Reg. No.: 31,903

McGLEW AND TUTTLE, P.C.

JJM:tf

Enclosure: - Priority Document  
71241.3

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 102 58 633.0

**Anmeldetag:** 16. Dezember 2002

**Anmelder/Inhaber:** KUKA Roboter GmbH, Augsburg/DE

**Bezeichnung:** Verfahren und Vorrichtung zum Positionieren von zusammenzufügenden Bauteilen

**IPC:** B 23 P 21/00

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 18. November 2003  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

Stark

PATENTANWÄLTE  
DIPL.-ING. **HEINER LICHTI**

DIPL.-PHYS. DR. RER. NAT. **JOST LEMPERT**

DIPL.-ING. **HARTMUT LASCH**

D-76207 KARLSRUHE (DURLACH)  
POSTFACH 410760

TELEFON: (0721) 9432815 TELEFAX: (0721) 9432840

KUKA Roboter GmbH  
Blücherstraße 144

86165 Augsburg

19682.7/02 Le/Nu/ma  
13. Dezember 2002

### **Verfahren und Vorrichtung zum Positionieren von zusammenzufügenden Bauteilen**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung  
zum Positionieren von zusammenzufügenden Bauteilen, wie Ka-  
rosseriebauteilen zur Fertigung einer Rohkarosse im Automo-  
5 bilbau.

Derartige Verfahren und Vorrichtungen sind bekannt und wer-  
den im Automobilbau regelmäßig im Zuge des Zusammenschwei-  
bens der Karosserie aus deren diversen Teilkomponenten ein-  
10 gesetzt. So sieht der grobe Ablauf der Fertigung einer Roh-  
karosse folgendermaßen aus: Die Teilkomponenten eines Fahr-  
zeugs, wie Unterboden, Anbauteile oder dergleichen, werden  
in einzelnen hierfür eingerichteten Anlagen vorgefertigt.  
Anschließend erfolgt das Zusammenfügen der Gesamtkarosse  
15 innerhalb einer Montageposition der Fertigung, einer soge-  
nannten "Geo-Station". Nachgeschaltete weitere Fertigungs-  
prozesse in der Ausschweißlinie (Schweißen, Lasern, Kleben,  
Nieten oder dergleichen) sorgen für eine ausreichende Stei-  
figkeit der Karosse.

20

Die "Geo-Station" weist Einrichtungen auf, die zur Sicher-  
stellung der Geometrie der zusammengefügt Gesamtkarosse

ausgelegt sind. Dabei werden zunächst bestimmte Teilkomponenten der Karosserie innerhalb der "Geo-Station" durch stationäre Spannvorrichtungen, wie verschiebbare/drehbare Spannvorrichtungen oder NC-gesteuerte Spannstellen (vgl.

5 Tabelle 1), in die gewünschten Positionen gebracht und anschließend geheftet. Danach werden weitere Teilkomponenten, wie Unterbodenbauteile, innerhalb der "Geo-Station" durch numerisch gesteuerte Spannstellen positioniert. Weitere Teilkomponenten, wie Seitenteile, werden der "Geo-Station" 10 durch einzelne mobile Spannrahmen oder Spannpaletten zugeführt (Tabelle 1), in denen die entsprechenden Teilkomponenten gehalten sind und die innerhalb des Arbeitsprozesses geeignet mitgetaktet sind. Nach erfolgtem Zusammenheften der Bauteile zur Gesamtkarosse werden die an den Spannrahmen bzw. Spannpaletten angeordneten Greifer geöffnet, und 15 die Spannrahmen bzw. Spannpaletten nach erfolgtem Passieren der "Geo-Station" von der Karosse getrennt und erneut dem Fertigungsablauf zugeführt.

20 Bei einer weiteren Variante zur Positionierung der zusammenzufügenden Bauteile werden diese um eine stationäre Spanninsel (vgl. Tabelle) mit fester Geometrie herum angeordnet und von dieser während des Heftens in Position gehalten.

25

Die vorbekannten Verfahren und Vorrichtungen zum Positionieren von zusammenzufügenden Bauteilen weisen prinzipbedingt eine Reihe von Nachteilen auf, die zusammenfassend in Tabelle 1 dargestellt sind (Quelle: Agiplan, Automobil

30 Industrie Spezial Fabrikautomation, 47. Jahrgang, April 2002). Demnach weisen stationäre Spannvorrichtungen nur eine eingeschränkte Modellflexibilität auf und sind für Multi-Geometrien ungeeignet. Numerisch gesteuerte Spannstellen zeigen Nachteile bei der Anlagenverfügbarkeit und 35 der Prozesssicherheit. Typenbezogene Spannpaletten ermögli-

- chen nur eine eingeschränkte Zugänglichkeit der Fügeposition und besitzen hohe Betriebskosten. Typenbezogene Spanninseln sind für Multi-Geometrien nur bedingt geeignet, haben hohe Betriebskosten und zeichnen sich durch einen hohen Flächenverbrauch aus.
- 5

	Verschiebbare/ drehbare Spann- vorrichtung	NC-gesteuerte Spannstellen	Typenbezogene Spannpalette	Typenbezogene Spanninsel
Spanntechnik	Stationär	Stationär	Mobil	Mobil
Horizontale Modell flexibilität (unter- schiedliche Kfz- Größen)	—	0	+	+
Vertikale Modellflexi- bilität (unterschied- liche Modellvarianten)	—	+	+	+
Zugänglichkeit der Fügepositionen	0	0	0	+
Multigeometrien	—	0	+	0
Anlagenverfügbarkeit	0	—	+	+
Prozesssicherheit	0	—	+	+
Flächenverbrauch	+	+	+	—
Investitionsaufwand	0	+	+	0
Betriebskosten	0	+	0	0
Standardisierung der Spannfügepositionen	0	+	+	+
Offline Programmier- barkeit	—	+	—	—

Tabelle 1

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die prinzipbedingten Nachteile des Standes der Technik zu überwinden und einen neuen Weg in der Fertigungstechnik zu öffnen, der sich insbesondere durch hohe Modellflexibilität, Raumersparnis, gute Zugänglichkeit und einen beschleunigten Fertigungsablauf auszeichnet.

Diese Aufgabe wird bei einem Verfahren der eingangs genannten Art dadurch gelöst, dass die Bauteile von einer Position innerhalb einer gewünschten Anordnung der zu fügenden Bauteile her durch mindestens ein Zentralmodul mit einer Mehrzahl von gelenkigen Armen (Spannvorrichtung) gehalten werden. Bei einer Vorrichtung der eingangs genannten Art wird die Aufgabe dadurch gelöst, dass diese ein bewegliches Zentralmodul und eine Mehrzahl mit diesem verbundener, im Raum beweglicher gelenkiger Arme besitzt, die jeweils mindestens ein Halteelement zum Halten der Bauteile aufweisen.

Auf diese Weise lässt sich durch den Einsatz des erfindungsgemäßen Verfahrens bzw. der erfindungsgemäßen Vorrichtung eine hohe Modellflexibilität, beispielsweise zur Anpassung an Nachfrageschwankungen oder zur Integration von Nischenmodellen, erreichen. Durch das Wegfallen typenspezifischer Spannmittel, Vorrichtungen oder großvolumiger numerisch gesteuerter Spannachsen erreicht die erfindungsgemäße Vorrichtung ein hohes Maß an Raumersparnis. Zudem ist eine komplizierte Vermessung bzw. Paarung einzelner Spannrahmen zu einer maßhaltigen Spannkiste nicht länger notwendig. Die aufwendige Suche nach Fehlerquellen, beispielsweise nach Spannrahmen außerhalb der Toleranz, entfällt. Anstelle von jeweils vier Spannrahmen pro Karosserie (Seitenteile, Unterboden, Dach) wird zum Verspannen der Karosserieteile vorzugsweise nur eine einzige Vorrichtung benötigt, die zudem aufgrund ihrer Anordnung im Inneren der Karosserie eine gute Zugänglichkeit von außen zu den Fügeprozessstellen er-

möglichst. Durch das Halten der Bauteile aus einer Position innerhalb der Karosserie-Struktur sind darüber hinaus keine zusätzlichen Abdeckungen zum Schutz der vorlackierten Bleche notwendig.

5

Darüber hinaus kann vorgesehen sein, dass eine Anzahl der Arme jeweils mindestens ein Werkzeug zum Verbinden der zusammengefügt Bauteile aufweisen. Auf diese Weise schafft die Erfindung eine Vorrichtung, die in integraler Form sowohl zum Fügen als auch zum Verbinden von Bauteilen, z.B. durch Schweißen, Clinchen, Kleben oder dergleichen, geeignet ist und somit den anschließenden Einsatz weiterer Handhabungsgeräte wenigstens teilweise entbehrlich macht. Vorzugsweise erfolgt demnach das Zusammenheften durch die Spannvorrichtung selbst mittels geeigneter Werkzeuge. Dies ist mit Zeit-, Raum- und Kostenersparnis verbunden.

Nach einer Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist vorgesehen, dass die Spannvorrichtung in einer ersten Ruhestellung mit eingefalteten und/oder an das Zentralmodul angelegten Armen bei einer vorbestimmten Ruheposition wartet, dass anschließend die zu fügenden Bauteile durch weitere geeignete Handhabungsgeräte, wie Industrieroboter, zumindest grob zusammengefügt werden, wobei die Spannvorrichtung in einem Raum innerhalb der zusammenzufügenden Bauteile angeordnet ist, und dass dann durch geeignete Positionierung der Arme im Raum die Bauteile verspannt werden. Dabei stützt sich die Spannvorrichtung erfindungsgemäß direkt auf einem Bodenteil der Bauteilstruktur ab und weist zu diesem Zweck vorzugsweise Bolzen, Zapfen oder andere geeignet ausgebildete Abstützeinrichtungen auf. Alternativ oder zusätzlich ist es zur Entlastung des Bodens, z.B. des Karosseriebodens, möglich, dass sich die Spannvorrichtung auf einem die Bauteile tragenden Förderelement, wie einem Rahmenelement abstützt. In letzterem Fall besitzt die erfin-

dungsgemäße Spannvorrichtung vorzugsweise geeignet ausgebildet Abstützeinrichtungen in Form von Gelenk- und/oder Teleskoparmen.

- 5 Es kann bei einem erfindungsgemäßen Verfahren weiterhin vorgesehen sein, dass vor einem Zusammentreffen der Bauteile Positionsmessungen an den zu fügenden Bauteilen und bei festgestellten Positionsabweichungen aktive Positionskorrekturen durch die Spannvorrichtung vorgenommen werden.
- 10 Vorzugsweise werden dabei Messwerte der Positionsmessungen zwischengespeichert und nach Erkennung eines Abweichungstrends zur Korrektur eines Steuerungsprogramms für die Spannvorrichtung und/oder für Meldungen an eine Qualitätssicherungseinheit verwendet. Eine erfindungsgemäße Vorrichtung weist daher vorzugsweise an den Armen Sensoren zum
- 15 Aufnehmen von Positionsmesswerten für die Bauteile und weiterhin in Weiterbildung eine Speichereinheit zum Zwischenspeichern von Positionswerten, wie einen flüchtigen Speicher oder einen Massenspeicher, auf. Zusätzlich zu einer
- 20 Positionsmessung können auch Kraftmessungen und/oder Materialprüfungen, beispielsweise an Verbindungspunkten, vorgenommen und gespeichert werden.

- 25 Eine bevorzugten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens sieht vor, dass die Spannvorrichtung nach einem anschließenden Zusammenheften oder weiteren nachgeschalteten Fertigungsprozessen, wie Schweißen oder dergleichen, sich selbständig wieder aus dem Raum innerhalb der Bauteile herausbewegt. Alternativ hierzu ist es nach einer weiteren
- 30 Ausbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens möglich, dass die Spannvorrichtung nach einem anschließenden Zusammenheften oder weiteren nachgeschalteten Fertigungsprozessen, wie Schweißen oder dergleichen, von einem weiteren Handhabungsgerät, wie einem Industrieroboter, wieder aus dem Raum innerhalb der Bauteile herausbewegt wird. Insbesondere im
- 35



Rahmen der ersten dieser beiden Alternativen ist es möglich, dass die erfindungsgemäße Vorrichtung während des Zusammenfügens der Rohkarosserie in dieser "mitfährt", so dass auf diese Weise eine Umstellung von einer Taktfertigung auf eine Fließfertigung erreichbar ist. Auf diese Weise lassen sich die einzelnen Prozessschritte von einer auf mehrere Arbeitspositionen entzerren, was außerdem zu einer wünschenswerten Aufweitung des bisherigen Flaschenhalses "Geo-Station" führt.

10

Weitere bevorzugte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verfahrens sehen vor, dass die Arme nach Maßgabe einer Steuerungseinheit synchron im Raum positioniert werden. Alternativ oder zusätzlich kann vorgesehen sein, dass die Arme nach Maßgabe einer Steuerungseinheit asynchron im Raum positioniert werden. Nach einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens erfolgen die Bewegungen der Arme in jeweils mindestens drei Freiheitsgraden. Es ist somit im Zuge einer Fließfertigung möglich, Bauteile sukzessive zusammenzufügen und dabei auch komplexe Geometrien sicher zu verspannen.

20

Die gelenkigen Arme der erfindungsgemäßen Vorrichtung sind vorzugsweise für Bewegungen mit jeweils mindestens drei Freiheitsgraden ausgebildet.

25

Nach einer bevorzugten Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist diese in einen Raum innerhalb einer gewünschten Anordnung der zu fügenden Bauteile einbringbar und nach einem anschließenden Zusammenheften der Bauteile oder weiteren nachgeschalteten Fertigungsprozessen wieder daraus entfernbar. Die erfindungsgemäße Vorrichtung ist daher vorzugsweise dergestalt ausgebildet, dass die Arme einfaltbar und/oder an das Zentralmodul anlegbar sind. Dadurch ist nach erfolgtem Zusammenheften der fertigen Rohkarosse

30

35

eine besonders einfache Entnahme der erfindungsgemäßen Vorrichtung aus dem Raum innerhalb der zusammengefügtten Bauteile gewährleistet.

5 Bevorzugte Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Vorrichtung sehen vor, dass diese eine rechnergestützte Steuerungseinheit aufweist. Im Rahmen einer derartigen Ausgestaltung ist die erfindungsgemäße Vorrichtung als Spannroboter anzusehen und erreicht aufgrund der programmgesteuerten flexiblen Einsetzbarkeit eines Roboters eine entsprechend hohe Modellflexibilität, wobei zudem ein schneller Modellwechsel aufgrund der Tatsache möglich ist, dass hierzu lediglich ein Programmwechsel (Software-Wechsel), gegebenenfalls verbunden mit einem softwaremäßig steuerbaren oder manuellen Wechsel der Halteelemente und/oder Werkzeuge, statt wie bisher eines kompletten Hardware-Wechsels notwendig ist, wozu die erfindungsgemäße Vorrichtung vorzugsweise entsprechend geeignete Wechselkupplungen aufweist. Somit lässt sich auch die Zeit von der Entwicklung eines neuen Modells (mit einer neuen Modellgeometrie) bis zum Produktionsablauf aufgrund der gegebenen Offline-Programmierbarkeit reduzieren.

25 Weitere Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Vorrichtung sehen vor, dass die Arme Einrichtungen für eine Medienzuführung zu den Spannelementen und/oder den Werkzeugen aufweisen, wobei das Zentralmodul vorzugsweise Einrichtungen zur Medienversorgung für die Arme aufweist. Weiterhin ist in einer äußerst bevorzugten Ausbildung der erfindungsgemäßen Vorrichtung vorgesehen, dass das Zentralmodul eine Stromversorgungseinheit aufweist. Die Stromversorgungseinheit kann insbesondere autark ausgebildet sein, so dass gemeinsam mit einer autarken Medienversorgung der erfindungsgemäßen Vorrichtung gewährleistet ist, dass sich diese selbständig und flexibel im Rahmen des Fertigungsprozesses

zwischen verschiedenen Arbeitspositionen bewegen kann, was  
 - wie bereits erwähnt - zu einer weitgehenden Entzerrung  
 der Prozessschritte und damit zu einer ökonomischeren Pro-  
 zessgestaltung beiträgt.

5

Um auch im Rahmen von Anwendungen einsetzbar zu sein, die  
 hohe Haltekräfte beim Zusammenfügen von Bauteilen erfor-  
 dern, wie im Automobilbau, ist nach einer besonders bevor-  
 zugten Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung vor-  
 10 gesehen, dass die Arme zum Bereitstellen hoher statischer  
 Haltekräfte bis 3000 N ausgebildet sind.

15

Um im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens besonders  
 flexibel einsetzbar zu sein, ist aus steuerungstechnischer  
 Sicht vorzugsweise vorgesehen, dass jeder Arm einen eigenen  
 steuerungsrelevanten Punkt (TCP) aufweist. Auf diese Weise  
 verhält sich die erfindungsgemäße Vorrichtung steuerungs-  
 technisch wie ein mehrarmiger, mehrachsiger Roboter und er-  
 öffnet auf diese Weise neue Wege der Fertigungstechnik,  
 20 insbesondere beim Zusammenfügen von Karosserien im Auto-  
 mobilbau.

20

Weitere Vorteile und Eigenschaften der Erfindung ergeben  
 sich aus den beigefügten Zeichnungen und der Beschreibung  
 25 entsprechender Ausführungsbeispiele. Es zeigen:

25

Fig. 1a bis 1d schematische Darstellungen einer ersten  
 Ausbildung der erfindungsgemäßen Vorrich-  
 tung zum Positionieren von Karosserieteilen  
 30 eines Automobils;

30

Fig. 2a, 2b zwei schematische Darstellungen einer Auto-  
 mobilkarosse und eines Spannroboters mit

eingeklappten und angelegten Armen zum Einsetzen oder Entfernen aus der Karosserie;

5 Fig. 3a, 3b schematische Darstellungen einer zweiten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Spannvorrichtung mit Gelenk-/Teleskoparmen;

10 Fig. 4a, 4b schematische Darstellungen einer weiteren Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung, die sich außerhalb der Karosse auf einem Förderelement abstützt;

15 Fig. 5 eine schematische Schnittdarstellung eines erfindungsgemäßen Spannroboters in Gelenkarmtechnik für (temporär) autarken Betrieb mit Andeutung einer nur zeitweise angeschlossenen Energieversorgung;

20 Fig. 6 eine Schnittdarstellung eines erfindungsgemäßen Spannroboters in Gelenk-/Teleskoparmtechnik für (temporär) autarken Betrieb;

25 Fig. 7 eine schematische Darstellung eines Gelenk-/Teleskoparmes für einen erfindungsgemäßen Spannroboter;

30 Fig. 8 eine schematische Darstellung eines Tripodarmes für einen erfindungsgemäßen Spannroboter;

Fig. 9 eine schematische Darstellung eines Gelenkarmes für einen erfindungsgemäßen Spannroboter;

Fig. 10                    Bodenansicht eines erfindungsgemäßen Spann-  
roboters in Gelenkarmtechnik mit Abstütz-  
einrichtungen zum unmittelbaren Aufsetzen  
auf einen Karosserieboden; und

5

Fig. 11                    ein Ablaufdiagramm eines Fügevorgangs unter  
Verwendung der erfindungsgemäßen Vorrich-  
tung.

10 Die Fig. 1a bis 1d zeigen schematisch eine erfindungsgemäße  
Vorrichtung 1 zum Positionieren von Bauteilen, hier spe-  
ziell Bauteilen, wie Seitenteile 2.1, Bodenteile 2.2 und  
Dach 2.3, für die Karosserie 2 eines Automobils anhand von  
zwei Beispielen (zwei verschieden großen Fahrzeugtypen).

15

Die erfindungsgemäße Vorrichtung 1 weist ein Zentralmo-  
dul 1.1 und mit dieser verbunden eine Mehrzahl von im Raum  
beweglichen Armen 1.2 in Form von Gelenkarmen auf, die an  
ihrem distalen Ende jeweils ein Halteelement 1.3 zum

20 Verspannen der Bauteile 2.1, 2.2, 2.3 besitzen. Die Vor-  
richtung 1 stützt sich über untere Gelenkarme 1.2' direkt  
auf dem Boden 2.2 der Rohkarosse 2 ab. Das Zentralmodul  
1.1 weist beim Ausführungsbeispiel der Fig. 1a-1d weiterhin  
eine Sende-/Empfangseinheit 1.4 zum Senden und Empfangen  
25 von Mess- und Steuersignalen bzw. elektromagnetischer Ener-  
gie auf. Ferner besitzt sie Sensoren 1.5, wie Ultraschall-  
sensoren oder dergleichen, zum Ermitteln von Positionsmess-  
werten für die zu fügenden Bauteile 2.1, 2.2, 2.3.

30 Die Arme 1.2, 1.2' der in Fig. 1a bis 1d dargestellten er-  
findungsgemäßen Vorrichtungen 1 weisen jeweils eine Anzahl  
von Lenkern 1.6 auf, die untereinander und mit dem Zentral-  
modul 1.1 durch Gelenke 1.7 gelenkig verbunden sind. Die  
Arme 1.2, 1.2' sind jeweils mit mindestens drei und bis zu  
35 sechs Freiheitsgraden im Raum beweglich, so dass die erfin-

dungsgemäße Vorrichtung 1 als mehrarmiger mobiler Spannroboter angesehen werden kann. Auf diese Weise ist es nach Maßgabe einer internen oder externen rechnergestützten Steuerungseinheit (1.8; Fig. 5, 6) mit ein und derselben Vorrichtung 1 möglich, stark unterschiedliche Karosseriegeometrien zu fügen bzw. zu verspannen, wobei nur eine minimale Anpassung der Hardware notwendig ist, wie ein Vergleich der Fig. 1a, b einerseits und Fig. 1c, d andererseits zeigt.

10

Nach erfolgtem Zusammenheften der Karosserie-Bauteile 2.1, 2.2, 2.3 durch ein an den Armen 1.2 angeordnetes Werkzeug (nicht gezeigt) und/oder durch externe Werkzeuge lässt sich die erfindungsgemäße Vorrichtung 1 nach Einklappen bzw. Anlegen der Arme 1.2 gemäß der Fig. 2a, 2b leicht aus dem Innenraum der Karosserie 2 entfernen, beispielsweise durch ein weiteres Handhabungsgerät (nicht gezeigt), wie einen Industrieroboter. Es ist jedoch auch möglich, die erfindungsgemäße Vorrichtung 1 so auszubilden, dass sie sich

20

(nach Einklappen bzw. Anlegen der Arme 1.2) selbständig aus der Karosserie 1.2 entfernen kann. Die anfängliche Positionierung der Karosseriebauteile 2.1, 2.2, 2.3 erfolgt entweder vollständig von außen durch geeignete Handhabungsgeräte, wie Industrieroboter, wobei die erfindungsgemäße Vorrichtung vorzugsweise selbständig oder durch ein weiteres Handhabungsgerät in den entstehenden Innenraum der Karosserie 2 eingebracht wird. Alternativ kann sich die erfindungsgemäße Vorrichtung in einer Art Warteposition befinden, so dass die Karosserie 2 quasi um die erfindungsgemäße Vorrichtung 1 "herumgebaut" wird. Dabei ist es möglich, die Zuführung der Karosseriebauteile 2.1, 2.2, 2.3 durch externe Handhabungsgeräte nur bis in eine "Vorposition" durchzuführen, in der sie durch die erfindungsgemäße Vorrichtung aktiv übernommen und endgültig positioniert werden.

25

30

Die erfindungsgemäße Vorrichtung 1 wird beim Ausführungs-  
 beispiel der Fig. 1a bis 1d zunächst auf den Karosseriebo-  
 den 2.2 aufgesetzt und - wie bereits erwähnt - nach erfolg-  
 5 tem Zusammenheften der Karosserie 2 mit angelegten Ar-  
 men 1.2 von außen wieder entnommen, beispielsweise durch  
 die Öffnung für die Frontscheibe, oder gelangt durch  
 Selbstbewegung aus der fertigen Rohkarosse 2 hinaus. Für  
 die Abstützung (Befestigung) des Spannroboters 1 in der  
 10 Rohkarosse 2 sind folgende alternative oder kombinierte  
 Möglichkeiten gegeben:

Am Boden des Spannroboters 1 können Bolzen, Zapfen oder  
 Greifeinrichtungen 1.16 (Fig. 10) zur Verbindung mit dem  
 15 Karossenboden 2.2 vorgesehen sein. Gemäß der Fig. 1-3 kann  
 die Verbindung mit dem Karossenboden auch über Gelenkar-  
 me 1.2' erfolgen. Beim Ausführungsbeispiel der Fig. 4a, 4b  
 stützt sich der erfindungsgemäße Spannroboter 1 über spe-  
 ziell ausgebildete untere Gelenk-/Teleskoparme 1.2' auf  
 20 einem die Karosserie 2 tragenden Förderelement, wie einem  
 Rahmenelement 5 oder einem anderen Teil eines Förderers  
 (nicht gezeigt) ab. Dadurch wird eine Entlastung des Karos-  
 senbodens erreicht, so dass auf Unterfütterung oder zusätz-  
 liche Abstützung des Karossenbodens verzichtet werden kann.

25 Erfindungsgemäß erfolgt das Ergreifen und Halten der Bau-  
 teile 2.1, 2.2, 2.3 durch mindestens eine erfindungsgemäße  
 Spannvorrichtung 1 (Spannroboter) von innen, d.h. von einer  
 Position innerhalb einer gewünschten Anordnung der zu fü-  
 30 genden Bauteile, so dass eine optimale Zugänglichkeit von  
 außen gewährleistet ist, was mit einem minimalen Platzbe-  
 darf, der allein durch die zu fügenden Bauteile 2.1, 2.2,  
 2.3 vorgegeben ist, einhergeht und wobei keinerlei zusätz-  
 liche Schutzmaßnahmen für vorlackierte Bauteile ergriffen  
 35 werden müssen. Insbesondere bei großen Karossen und der

Notwendigkeit vieler Spannungpunkte können mehrere erfindungsgemäße Spannroboter 1 eingesetzt werden.

Der erfindungsgemäße Spannroboter 1 kann über das Halten  
 5 und Fixieren von zugeführten Teilen hinaus diese auch aktiv, gegebenenfalls unter Kontrolle durch die Sensoren 1.5, positionieren. Damit wird der Prozess mit sequentiellen, teilweisen Fügevorgängen und zwischen- oder nachgeschalteten Messvorgängen möglich. Es können z.B. nach dem Setzen  
 10 der ersten Verbindungspunkte kritische Positionen nachgemessen und bei Bedarf über den Spannroboter Positionskorrekturen durchgeführt werden. Die Messungen können von interner Sensorik 1.5 (am Körper des Spannroboters oder an den Armen) oder externer Sensorik (unabhängig vom Spannroboter, außerhalb der Karosse; nicht gezeigt) durchgeführt  
 15 werden. Dies entspricht einer frühen und prozessnahen Qualitätskontrolle.

Die Fig. 3a, 3b zeigen den erfindungsgemäßen Spannroboter 1  
 20 in einer Ausgestaltung mit Gelenk-/Teleskoparmen 1.2, 1.2', die an ihren Enden Halteelemente 1.3 oder Werkzeuge (nicht dargestellt) zum Verspannen oder Fügen von Karosserieteilen 2.1, 2.2, 2.3 aufweisen. Wie bei den Ausführungsbeispielen der vorangehenden Figuren stützt sich der Spannroboter 1 über untere Arme 1.2' direkt auf dem Karosserieboden 2.2 ab. Im Gegensatz zu den Ausführungsbeispielen der Fig. 1a-d und 2a, b erfolgt die Energieversorgung und Datenübertragung über eine Kabelanordnung 3, die mittels  
 25 eines Anschlusselements 4 trennbar oder permanent mit der  
 30 Zentraleinheit 1.1 des Spannroboters 1 verbunden sein kann.

Die Fig. 1a bis 4b betreffen den Einsatz einer erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 zum Positionieren von Bauteilen 2.1, 2.2, 2.3 einer Automobilkarosse 2. Im Zuge einer Fließfertigung, wie sie durch den Einsatz des erfindungsgemäßen  
 35



Verfahrens bzw. einer erfindungsgemäßen Vorrichtung möglich wird, ist es allerdings nicht erforderlich, dass alle zusammenzufügenden Karosserie-Bauteile zu einem bestimmten gemeinsamen Zeitpunkt in der Arbeitsposition sind, was im Zuge der herkömmlichen Karosseriefertigung im Automobilbau bislang das Entstehen eines Flaschenhalses an der "Geo-Station" bedingte. Es ist im Rahmen der erfindungsgemäßen Lösung auch möglich, die Karosserie 2 im wesentlichen bis auf wenige Bauteile 2.3, z.B. das Dach, zusammenzuheften, anschließend die erfindungsgemäße Vorrichtung durch eine verbleibende Öffnung - z.B. durch das Dach - zu entnehmen und abschließend in einem letzten Arbeitsschritt den Zusammenbau der Rohkarosse 2 zu vollenden.

Diese neuartige Vorgehensweise beim Positionieren zusammenzufügender Bauteile, wie Bauteile einer Automobilkarosserie, vermeidet so die prinzipbedingten Nachteile bestehender Fertigungskonzepte. Dies betrifft in besonderem Maße die aus dem Übergang zur Fließfertigung resultierende Vermeidung des "Flaschenhalses", der durch den in der bisherigen Fertigungstechnik notwendigen Stop bedingt ist.

Bezüglich der in einem erfindungsgemäßen Spannroboter 1 installierten Steuerungsintelligenz und der Art der Energieversorgung sowie der Datenübertragung sind folgende Varianten einzeln oder in Kombination möglich:

Der Spannroboter kann ohne eigene oder mit minimaler installierter Intelligenz ausgerüstet sein, d.h. er enthält nur die Aktoren (Gelenkantriebe, Greiferantriebe, gegebenenfalls Werkzeugantriebe) und die zugehörigen Leistungselektroniken. Die gesamte Steuerungsintelligenz befindet sich außerhalb des Spannroboters. Dies erfordert entweder eine ständige Datenverbindung mit der Steuerung oder zumindest eine temporäre Datenverbindung während der Phase des

eigentlichen Spannvorgangs. Erstere ist dann auf jeden Fall notwendig, wenn während des Fügevorgangs aktiv gemessen und reagiert werden soll. Ab diesem Zeitpunkt kann bei Verzicht auf aktive Vorgänge die Datenverbindung beendet werden.

- 5 Eine Abtrennung der Energieversorgung ist möglich durch eingebaute elektrische Energiespeicher und gegebenenfalls Speicher für Druckmedium (bei pneumatischen oder hydraulischen Aktoren). Die Aktoren halten in diesem Fall die von der Steuerung zuvor angefahrenen Positionen.

10

Entsprechende Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Vorrichtung sind in den Fig. 5 und 6 dargestellt. Gemäß der Fig. 5 und 6 ist der erfindungsgemäße Spannroboter 1 vorzugsweise mit einer eigenständigen Steuerung ausgestattet.

- 15 In diesem Falle sind die Steuerungsfunktionen weitgehend oder ganz im Spannroboter 1 implementiert. Die Fig. 5 zeigt einen Schnitt durch die Zentraleinheit 1.1 einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Spannroboters 1, der nur zeitweilig an eine externe Energieversorgung 3, 4 (vgl. 20 Fig. 3b und 4b) angeschlossen ist.

- Die Zentraleinheit 1.1 des Spannroboters 1 weist zu diesem Zweck eine Steuerungseinheit 1.8, beispielsweise eine PC-Steuereinheit mit einer Speichereinheit 1.8', wie einem flüchtigen oder einem Massenspeicher, einen elektrischen Energiespeicher 1.9, beispielsweise in Form eines Akkumulators, Einrichtungen zur Medienversorgung in den Armen 1.2, 1.2' vorhandener pneumatischer oder hydraulischer Aktoren (nicht gezeigt), beispielsweise mit Druckluft oder Kühlwasser in Form eines Druckspeichers 1.10 und an diesen angeschlossener Versorgungsschläuche 1.10', sowie eine mit der Steuereinheit 1.8 verbundene Ventilsteuerung 1.11 für das pneumatische bzw. hydraulische System der Vorrichtung auf.
- 25
- 30

Der elektrische Energiespeicher 1.9 ist über die in Fig. 3b und 4b gezeigte Anschlusseinheit 4 zumindest zeitweise mit einer externen elektrischen Energieversorgung verbindbar.

Die in dem Energiespeicher 1.9 gespeicherte Energie steht anschließend zu einer zumindest zeitweise autarken Versorgung der Steuerungen 1.8, 1.11, damit zum gelenkigen Bewegen und Einstellen der Arme 1.2 und damit zum Verspannen der erfindungsgemäßen Vorrichtung innerhalb einer Rohkarosse 2 zur Verfügung. Die mit der Steuereinheit 1.8 über Kabel 1.12 verbundenen Sensoren 1.5 ermöglichen nach geeigneter Verarbeitung der von ihnen gelieferten Positionssignale durch die Steuereinheit 1.8 ein aktives Positionieren durch den erfindungsgemäßen Spannroboter 1, beispielsweise das Durchführen von Positionskorrekturen. Die PC-basierte

Steuerungseinheit 1.8 besitzt eine Offline-Programmierbarkeit, was zu einer Reduzierung der Zeit von Entwicklung bis zum Produktionsanlauf führt. Erfindungsgemäß kann die Steuerungseinheit 1.8 softwaretechnisch zum Erkennen eines Abweichungstrends eingerichtet sein, so dass auf der Grundlage der Positionssignale eine Korrektur des in der Steuerungseinheit ablaufenden Steuerungsprogramms möglich ist. Zusätzlich oder alternativ können auch Meldungen an eine nicht dargestellte, vorzugsweise extern angeordnete Einheit zur Qualitätssicherung, wie eine optische oder akustische Warneinrichtung oder ein Softwarelog, übermittelt werden.

Nach dem in der Fig. 6 gezeigten Ausführungsbeispiel weist der erfindungsgemäße Spannroboter 1 gegenüber der in Fig. 5 gezeigten Ausgestaltung zusätzlich eine Sende-/Empfangeinheit 1.4 in Form einer Antenne auf, die den Empfang von elektromagnetischer Energie von einer extern angeordneten Energiequelle ermöglicht. Auf diese Weise kommt der erfindungsgemäße Spannroboter 1 ohne die in Fig. 3b, 4b und 5 gezeigte Kabelanordnung 3 zum Zuführen von Energie aus, was den Verwendungsbereich der Vorrichtung zusätzlich erwei-

tert: In ihrer Ausgestaltung mit autarker Stromversorgungseinheit 1.9 (Fig. 6) ist die erfindungsgemäße Vorrichtung hinsichtlich ihrer Arbeitsposition ungebunden an einer quasi beliebigen Position während des (räumlichen) Prozessablaufs einsetzbar, so dass die Möglichkeit einer Fließfertigung bei gleichzeitiger Entzerrung der Prozessschritte besteht, d.h. sämtliche Teile befinden sich jederzeit in einer linearen Bewegung mit einer Geschwindigkeit größer Null. Eine Datenverbindung nach außen ist im Zuge derartiger Ausgestaltungen nur kurzzeitig erforderlich, um Daten für die nächste zu bearbeitende Karosse von einem externen Leitreechner zu übernehmen und eventuell gewonnene Messdaten dorthin zu übermitteln. Ein temporäres Abkoppeln der Energieversorgung ist möglich, wenn die eingebauten Energiespeicher über ausreichende Kapazitäten verfügen.

Die Energieversorgung des erfindungsgemäßen Spannroboters 1 kann also prinzipiell auf folgende Weise erfolgen:

Gemäß der Fig. 5 weist der Spannroboter 1 eine Kabel- und gegebenenfalls eine Schlauchverbindung 3 nach außen zur Zuführung elektrischer Energie und eines Druckmediums auf (vgl. Fig. 4b). Die Verbindungskabelanordnung 3 muss ausreichend lang sein, um die Mitfahrstrecke des Spannroboters 1 in der Rohkarosse 2 abzudecken. Es ergeben sich außerdem Einschränkungen bei der Bewegung des Spannroboters. Alternativ sind auch eine temporäre Kabel- und gegebenenfalls Schlauchverbindung nach außen möglich, wobei die Verbindung nur während der Wartezeit auf die nächste Karosse oder während der anfänglichen Spannphase mit hohem Energiebedarf besteht und durch Abtrennen des Anschlusselements 4 jederzeit unterbrochen werden kann. Durch den begrenzten Verbindungszeitraum ergibt sich eine kleinere Mitfahrstrecke und damit eine geringere Kabellänge. Der Spannroboter 1 ist anschließend frei beweglich. Während der ge-

trennten Verbindung oder bei einem Spannroboter, der gemäß der Fig. 6 keine Schlauch- oder Kabelverbindung aufweist, muss im Spannroboter 1 die notwendige Energie durch eingebaute elektrische Energiespeicher (Batterien, Akkus, Brennstoffzellen, etc.; 1.9, Fig. 6) und einen Speicher 1.10 für ein gegebenenfalls notwendiges Druckmedium (Gas, Hydraulikflüssigkeit) bereitgestellt werden. Wenn der Spannroboter 1 nach Beendigung des Spannzyklus von der Karosse 2 gelöst ist, kann die Verbindung wieder hergestellt und die Energiespeicher 1.9 können für den nächsten Zyklus oder die nächsten Zyklen regeneriert werden. Beim Ausführungsbeispiel der Fig. 6 erhält der Spannroboter 1 seine Energie in Form elektromagnetischer Strahlung, die er mit Hilfe der Sende-/Empfangseinheit 1.4 empfängt.

Für die Datenübertragung vom Spannroboter 1 an gegebenenfalls vorhandene externe Steuerungseinrichtungen sind folgende alternative Ausgestaltungen möglich:

Bei (permanenter) Kabelverbindung (Fig. 3b, 4b, 5) ist eine drahtgebundene Datenübertragung anwendbar, bei temporär abgekoppelter Kabelverbindung kommen drahtlose Übertragungsmechanismen, wie induktive, infrarote oder Funkübertragungsmechanismen (Fig. 6) zur Anwendung.

Wird während der abgetrennten Phase auf Datenaustausch verzichtet, so können auch die genannten Datenübertragungsmittel wegfallen.

Die Fig. 7 zeigt eine vergrößerte schematische Darstellung eines Gelenk-/Teleskoparmes 1.2, wie er in einer erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 gemäß der Fig. 3a,b, 4a,b und 6 zum Einsatz kommt. Ein derartiger Gelenk-/Teleskoparm 1.2 besitzt eine Mehrzahl von Motor-Getriebeanordnungen, z.B.

pneumatischer oder hydraulischer Art, mit jeweils einem Mo-

tor 1.13 und einem Getriebe 1.13', die je nach Ausbildung und Anordnung innerhalb des Armes 1.2 zum Ausführen von Dreh- D, Linear- L oder Schwenkbewegungen S ausgebildet sind. Am distalen Ende 1.14 des Armes 1.2 ist erfindungsgemäß ein Halteelement 1.3 in Form eines Greifers, einer Kupplung, eines Magneten oder dergleichen angeordnet. Alternativ kann der Arm 1.2 an dieser Stelle auch ein Werkzeug (nicht gezeigt) zum (Bolzen-)Schweißen, Kleberauftrag, Clinchen oder dergleichen aufweisen. Mit seinem anderen Ende ist der Arm 1.2 am Zentralmodul 1.1 der Vorrichtung (gelenkig) befestigt.

Vorzugsweise ist in den Arm 1.2 zusätzlich eine geeignete Sensorik bestehend aus Kraft-, Momentensensoren oder dergleichen integriert. Der Gelenk-/Teleskoparm 1.2 gemäß der Fig. 7 ist für Bewegungen mit insgesamt fünf Freiheitsgraden ausgebildet.

Die Fig. 8 zeigt eine alternative Ausgestaltung eines Armes 1.2 der erfindungsgemäßen Vorrichtung 1. Der Arm 1.2 gemäß der Fig. 8 ist als Tripodarm ausgebildet, bei dem die Positionierung eines dem am distalen Ende 1.14 des Armes 1.2 angeordneten Halteelement 1.3 oder Werkzeug zugeordneten Tool-Center-Point (TCP) durch unterschiedliche Längenänderung L von drei Linearelementen (Teleskopelementen) 1.15 erfolgt.

Die Fig. 9 zeigt eine entsprechende Ansicht eines Gelenkarms 1.2, wie er bei den Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 gemäß den Fig. 1a-d und 2a, b und 5 zum Einsatz kommt.

Die Fig. 10 zeigt eine perspektivische Ansicht eines erfindungsgemäßen Spannroboters 1, bei dem spezielle Greifeinrichtungen 1.16 an der Unterseite 1.17 der Zentralein-

heit 1.1 angeordnet sind. Mit Hilfe der gezeigten Greifeinrichtungen 1.16, die wie die Halteelemente 1.3 auch als Kupplungen oder Magneten ausgebildet sein können, und gegebenenfalls weiterer zusätzlicher Bolzen oder Zapfen (nicht  
 5 gezeigt) kann der erfindungsgemäße Spannroboter 1 mit dem Boden 2.2 der Rohkarosse 2 verbunden und unabhängig von den Spannarmen 1.2 abgestützt und befestigt werden.

Die Fig. 11 zeigt anhand eines Ablaufdiagramms die im Verlauf eines Arbeitszyklus, d.h. beim Zusammenfügen einer  
 10 Rohkarosse 2 unter Verwendung des erfindungsgemäßen Spannroboters ablaufenden Aktionen. Aufgrund seines spinnenartigen Aussehens ist der erfindungsgemäße Spannroboter 1 in der Fig. 11 als SPIDER bezeichnet.

15 In Schritt S1 wird eine Bodengruppe der zusammenzufügenden Fahrzeugkarosserie auf einem Fördersystem bereitgestellt, beispielsweise mittels des in der Fig. 4a, 4b gezeigten Rahmenelements 5. In Schritt S2 wird der SPIDER 1 auf der  
 20 Bodengruppe 2.2 der Karosserie 2 verankert, beispielsweise mittels der in Fig. 10 gezeigten Greifeinrichtungen 1.16. Im anschließenden Schritt S3 werden weitere Bauteile 2.1, 2.3 zugeführt und in Schritt S4 übernommen. Dabei erfolgt die Übernahme in Schritt S4 entweder aktiv durch die erfindungsgemäße Spannvorrichtung 1 (Schritt S4.1) oder "passiv"  
 25 durch ein zusätzliches Handhabungsgerät, wie einen Industrieroboter (Schritt S4.2). Im anschließenden Schritt S5 werden die Bauteile 2.1, 2.2, 2.3 positioniert (Schritt S5), wonach in Schritt S6 vorzugsweise eine Positionserfassung durch die Sensorik 1.5 bzw. die in den Armen 1.2 der  
 30 Vorrichtung 1 enthaltenen weiteren Sensoren erfolgt.

Sobald die zusammenzufügenden Bauteile korrekt positioniert sind, erfolgt in Schritt S7 das Verbinden der Bauteile entweder (Schritt S7.1) durch die erfindungsgemäße Spannvor-  
 35

richtung 1 selbst, sofern diese an ihren Armen 1.2 geeignete Werkzeuge trägt, oder durch externe Systeme, wie Industrieroboter (Schritt S7.2). Nach dem Verbinden erfolgt in Schritt S8 eine Positions- und Qualitätsprüfung (z.B. mittels der Sensorik 1.5).

Nach dem Entkoppeln der erfindungsgemäßen Spannvorrichtung 1 und der zusammengefügtten Rohrkarosse 2 in Schritt S9 entfernt sich die erfindungsgemäße Spannvorrichtung 1 entweder selbständig aus der Karosserie 2 (Schritt S9.1) oder wird durch ein externes Handhabungsgerät aus dieser entnommen (Schritt S9.2). Anschließend erfolgt in Schritt S10 die Rückführung des Spannroboters 1 in eine Ausgangsposition, gegebenenfalls verbunden mit einer Regeneration von Speichereinheiten und/oder Betriebsdaten, einem Werkzeugwechsel oder einer Kalibrierung in Schritt S11. Anschließend wartet der erfindungsgemäße Spannroboter 1 in der Ausgangsposition auf die nächste zu bearbeitende Bodengruppe (Schritt S1).



PATENTANWÄLTE

DIPL.-ING. HEINER LICHTI

DIPL.-PHYS. DR. RER. NAT. JOST LEMPERT

DIPL.-ING. HARTMUT LASCH

D-76207 KARLSRUHE (DURLACH)  
POSTFACH 410760

TELEFON: (0721) 9432815 TELEFAX: (0721) 9432840

KUKA Roboter GmbH  
Blücherstraße 144

86165 Augsburg

19682.7/02 Le/Nu/ma  
13. Dezember 2002

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Positionieren von zusammenzufügenden Bauteilen, dadurch gekennzeichnet, dass die Bauteile von einer Position innerhalb einer gewünschten Anordnung der zu fügenden Bauteile durch mindestens ein Zentralmodul mit einer Mehrzahl von gelenkigen Armen (Spannvorrichtung) gehalten werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Spannvorrichtung in einer ersten Ruhestellung mit eingefalteten und/oder an das Zentralmodul angelegten Armen bei einer vorbestimmten Ruheposition wartet, dass anschließend die zu fügenden Bauteile durch weitere geeignete Handhabungsgeräte zumindest grob zusammengefügt werden, wobei die Spannvorrichtung in einem Raum innerhalb der zusammenzufügenden Bauteile angeordnet ist, und dass dann durch geeignete Positionierung der Arme im Raum die Bauteile verspannt werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass vor einem Zusammenheften der Bauteile Posi-

tionsmessungen an den zu fügenden Bauteilen und bei festgestellten Positionsabweichungen aktive Positions-korrekturen durch die Spannvorrichtung erfolgen.

- 5    4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass  
Messwerte der Positionsmessungen zwischengespeichert  
und nach Erkennung eines Abweichungstrends zur Korrek-  
tur eines Steuerungsprogramms für die Spannvorrichtung  
und/oder für Meldungen an eine Qualitätssicherungsein-  
10    heit verwendet werden.
- 15    5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch ge-  
kennzeichnet, dass die Spannvorrichtung nach einem an-  
schließenden Zusammenheften der Bauteile oder weiteren  
nachgeschalteten Fertigungsprozessen sich selbständig  
wieder aus dem Raum innerhalb der Bauteile herausbe-  
wegt.
- 20    6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch ge-  
kennzeichnet, dass die Spannvorrichtung nach einem an-  
schließenden Zusammenheften der Bauteile oder weiteren  
nachgeschalteten Fertigungsprozessen von einem weiteren  
Handhabungsgerät wieder aus dem Raum innerhalb der Bau-  
teile herausbewegt wird.
- 25    7. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 6, dadurch ge-  
kennzeichnet, dass das Zusammenheften durch die Spann-  
vorrichtung selbst mittels geeigneter Werkzeuge er-  
folgt.
- 30    8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch ge-  
kennzeichnet, dass die Arme nach Maßgabe einer Steue-  
rungseinheit synchron im Raum positioniert werden.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Arme nach Maßgabe einer Steuerungseinheit asynchron im Raum positioniert werden.
- 5 10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass Bewegungen der Arme in jeweils mindestens drei Freiheitsgraden erfolgen.
- 10 11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Spannvorrichtung direkt auf einem Bodenteil der Bauteilstruktur abstützt.
- 15 12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Spannvorrichtung auf einem die Bauteile tragenden Förderelement abstützt.
- 20 13. Vorrichtung zum Positionieren von zusammenzufügenden Bauteilen, gekennzeichnet durch ein bewegliches Zentralmodul (1.1) und eine Mehrzahl mit dieser verbundener im Raum beweglicher gelenkiger Arme (1.2, 1.2'), die jeweils mindestens ein Halteelement (1.3) zum Halten der Bauteile (2.1, 2.2, 2.3) aufweisen.
- 25 14. Vorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Arme (1.2, 1.2') für Bewegungen mit jeweils mindestens drei Freiheitsgraden ausgebildet sind.
- 30 15. Vorrichtung nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, dass eine Anzahl der Arme (1.2, 1.2') jeweils mindestens ein Werkzeug zum Verbinden der zusammengeführten Bauteile (2.1, 2.2, 2.3) aufweisen.
- 35 16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass diese in einen Raum innerhalb einer gewünschten Anordnung der zu fügenden Bauteile

le (2.1, 2.2, 2.3) einbringbar und nach einem anschließenden Zusammenheften der Bauteile (2.1, 2.2, 2.3) oder weiteren nachgeschalteten Fertigungsprozessen wieder daraus entfernbar ist.

5

17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 16, gekennzeichnet durch eine rechnergestützte Steuerungseinheit (1.8).

10 18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Arme (1.2) Einrichtungen (1.10, 1.10') für eine Medienzuführung zu den Halteelementen (1.3) und/oder Werkzeugen aufweisen.

15 19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass das Zentralmodul (1.1) Einrichtungen (1.10, 1.10') zur Medienversorgung für die Arme (1.2, 1.2') aufweist.

20 20. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass das Zentralmodul (1.1) eine Stromversorgungseinheit (1.9) aufweist.

25 21. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass die Arme (1.2, 1.2') zum Bereitstellen hoher statischer Haltekräfte bis 3000 N ausgebildet sind.

30 22. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass jeder Arm (1.2, 1.2') einen eigenen steuerungsrelevanten Punkt (TCP) aufweist.

23. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 22, dadurch gekennzeichnet, dass diese zum selbständigen Hineinfah-

ren in einen Raum innerhalb der zu fügenden Bauteile (2.1, 2.2, 2.3) ausgebildet ist.

5 24. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 23, dadurch gekennzeichnet, dass diese zum selbständigen Hinausfahren aus dem Raum innerhalb der zu fügenden Bauteile (2.1, 2.2, 2.3) ausgebildet ist.

10 25. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 24, dadurch gekennzeichnet, dass die Arme (1.2, 1.2') einfaltbar und/oder an das Zentralmodul (1.1) anlegbar sind.

15 26. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 25, gekennzeichnet durch mindestens eine Abstützeinrichtung (1.2', 1.16) zum Abstützen der Spannvorrichtung auf einem Bauteil (2.2) der Bauteilstruktur und/oder einem bauteiltragenden Förderelement (5).

20 27. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 26, dadurch gekennzeichnet, dass an den Armen (1.2, 1.2') und/oder dem Zentralmodul (1.1) Sensoren (1.5) zum Aufnehmen von Positionsmesswerten für die Bauteile (2.1, 2.2, 2.3) und/oder weiterer hinsichtlich einer Qualitätssicherung der nachgeschalteten Fertigungsprozesse relevanter Messwerte angeordnet sind.

25

28. Vorrichtung nach Anspruche 26, gekennzeichnet durch eine Speichereinheit (1.8') zum Zwischenspeichern der Messwerte.

PATENTANWÄLTE

DIPL.-ING. **HEINER LICHTI**DIPL.-PHYS. DR. RER. NAT. **JOST LEMPERT**DIPL.-ING. **HARTMUT LASCH**

D-76207 KARLSRUHE (DURLACH)

POSTFACH 410760

TELEFON: (0721) 9432815 TELEFAX: (0721) 9432840

KUKA Roboter GmbH  
Blücherstraße 144

86165 Augsburg

19682.7/02 Le/Nu/ma

13. Dezember 2002

### Zusammenfassung

Eine Vorrichtung zum Positionieren von zusammenzufügenden Bauteilen, wie Karosserie-Bauteilen für Automobile, zeichnet sich durch mindestens ein bewegliches Zentralmodul und

5 eine Mehrzahl mit dieser verbundener im Raum beweglicher Arme aus, die jeweils mindestens ein Halteelement zum Halten der Bauteile aufweisen. Mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Positionieren von zusammenzufügenden Bauteilen, zu dessen Durchführung die genannte Vorrichtung in besonderem Maße geeignet ist, werden die Bauteile von einer

10 Position innerhalb einer gewünschten Anordnung der zu fügenden Bauteile her gehalten. Auf diese Weise sind die zusammengefügteten Bauteile bei einem anschließenden Zusammenheften und ggf. weiteren nachgeschalteten Fertigungsverfahren,

15 wie Schweißen oder dergleichen, optimal von außen zugänglich. Weitere Vorteile des erfindungsgemäßen Verfahrens sind sein geringer Platzbedarf und die mögliche Entzerrung des Fertigungsverfahrens.

PATENTANWÄLTE

DIPL.-ING. **HEINER LICHTI**DIPL.-PHYS. DR. RER. NAT. **JOST LEMPERT**DIPL.-ING. **HARTMUT LASCH**D-76207 KARLSRUHE (DURLACH)  
POSTFACH 410760

TELEFON: (0721) 9432815 TELEFAX: (0721) 9432840

KUKA Roboter GmbH  
Blücherstraße 144

86165 Augsburg

19682.7/02 Le/Nu/ma  
13. Dezember 2002**Bezugszeichenliste**

	1	Spannvorrichtung
	1.1	Zentralmodul
	1.2, 1.2'	Arm
5	1.3	Halteelement
	1.4	Sende-/Empfangseinheit
	1.5	Sensor
	1.6	Lenker
	1.7	Gelenke
10	1.8	Steuerungseinheit
	1.9	Energiespeicher
	1.10	Druckspeicher
	1.10'	Versorgungsschlauch
	1.11	Ventilsteuerung
15	1.12	Kabel
	1.13	Motor
	1.13'	Getriebe
	1.14	distales Ende (von 1.2)
	1.15	Teleskopelement
20	1.16	Greifeinrichtung
	1.17	Unterseite (von 1.1)

	2	Rohkarosse
	2.1	Seitenteil
	2.2	Boden
5	2.3	Dach
	3	Kabelanordnung
	4	Anschlusseinheit
	5	Rahmenelement
10		
	D	Drehbewegung
	L	Linearbewegung
	S	Schwenkbewegung



Fig. 1a

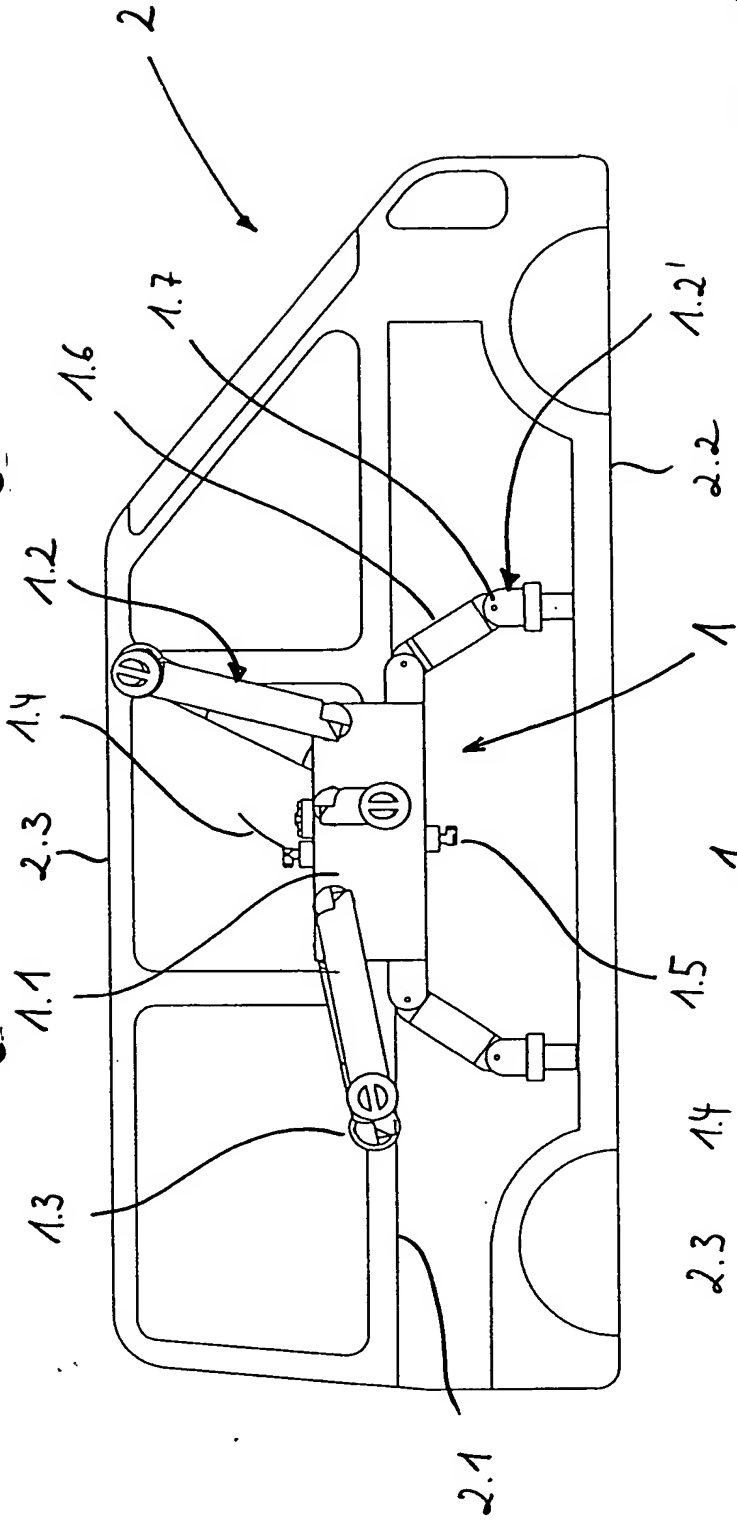
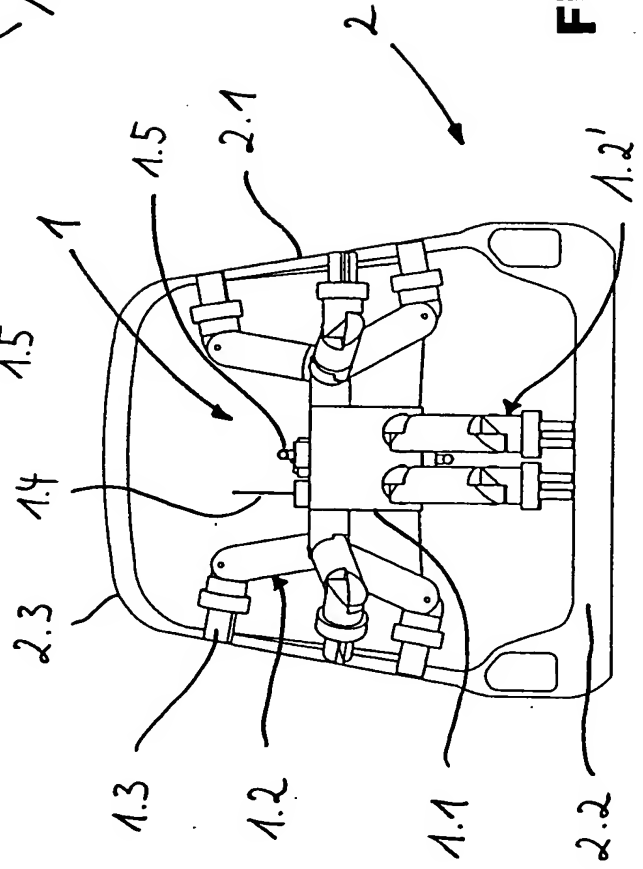


Fig. 1b



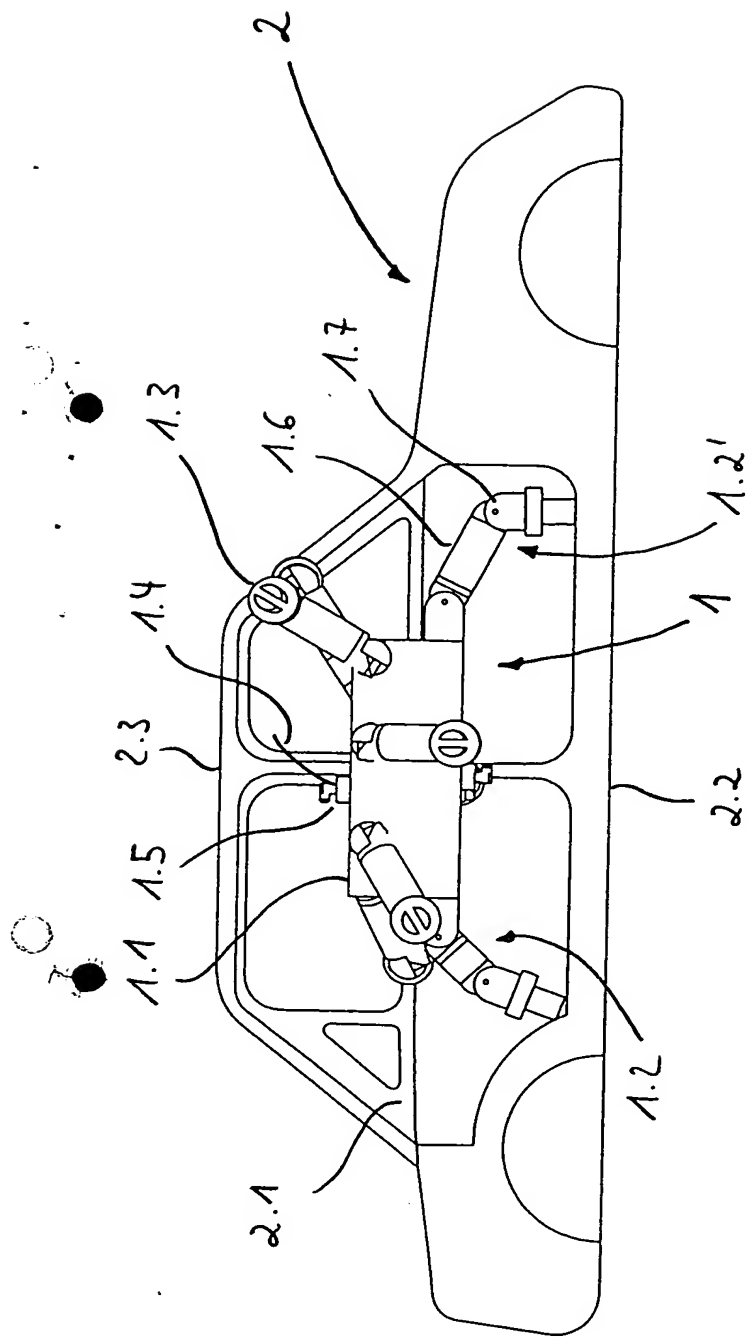


Fig. 1c

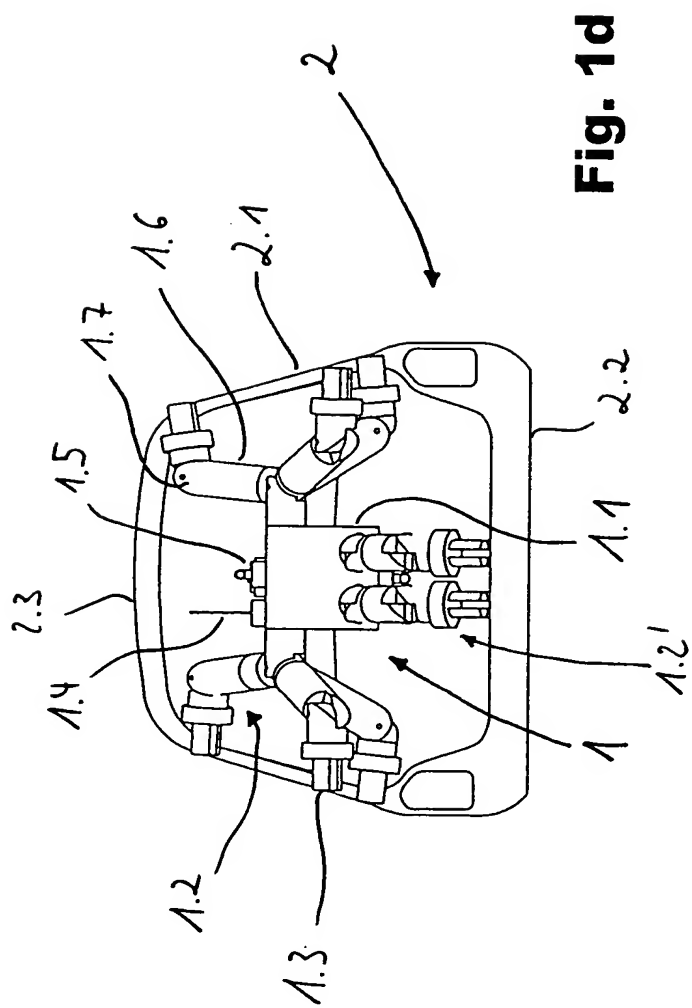


Fig. 1d

Fig. 2a

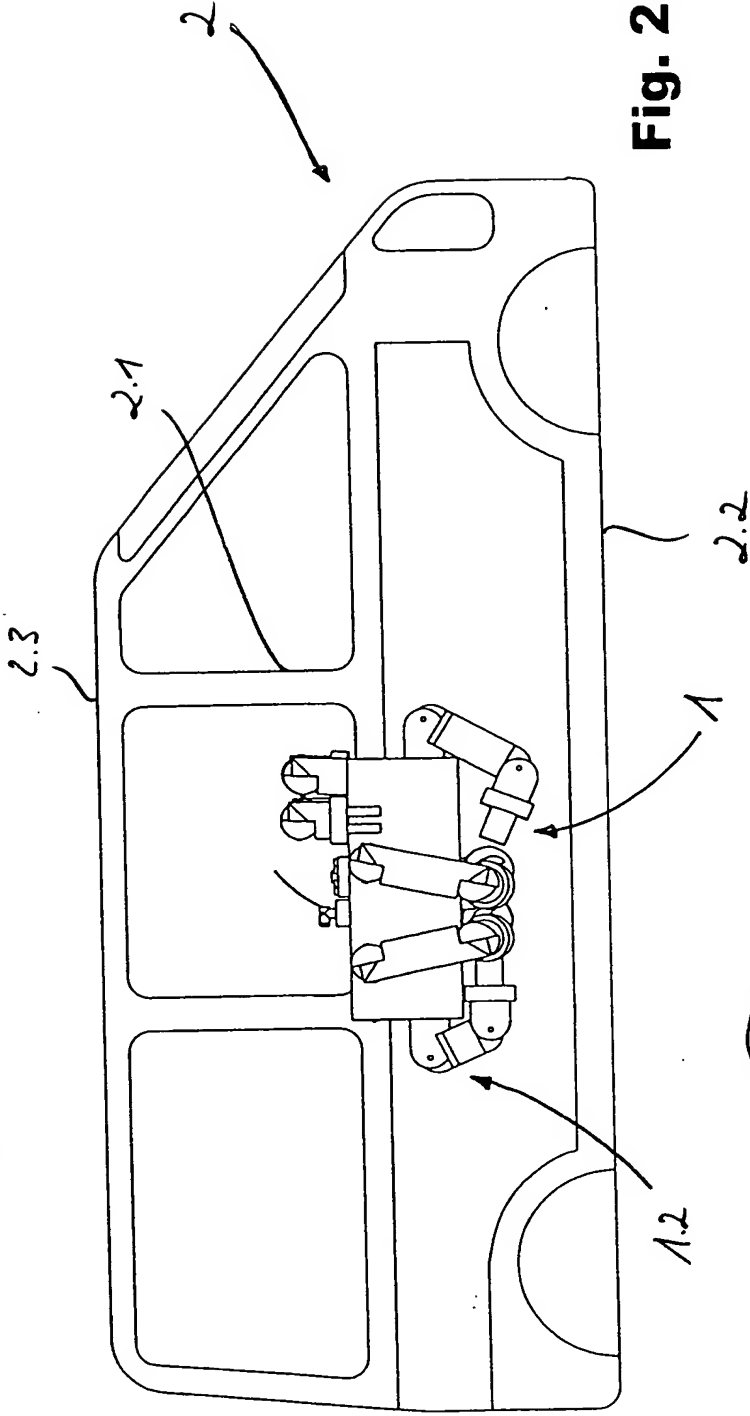
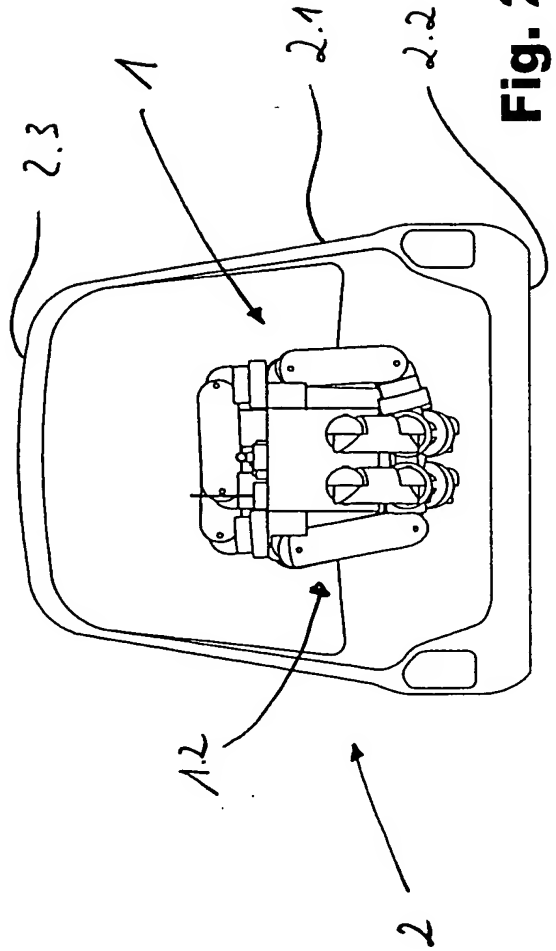


Fig. 2b



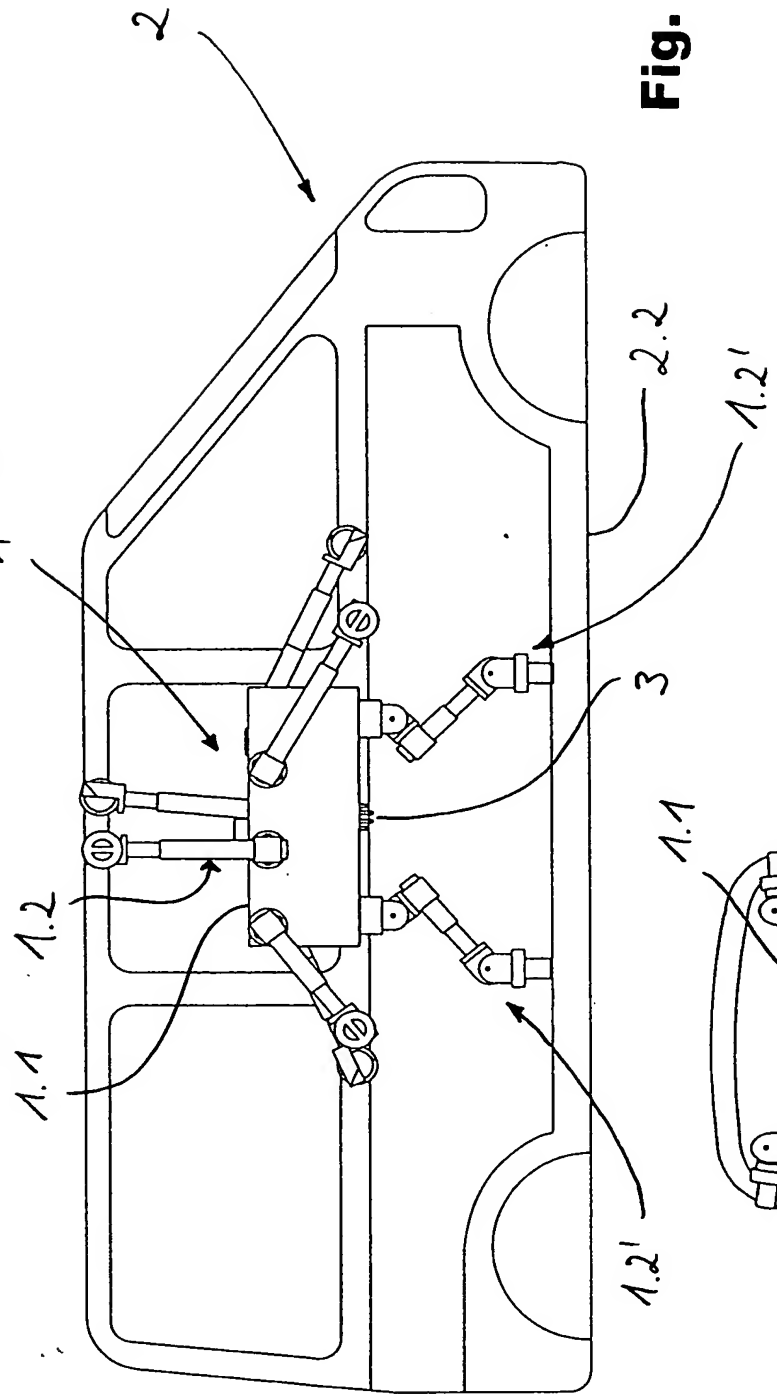
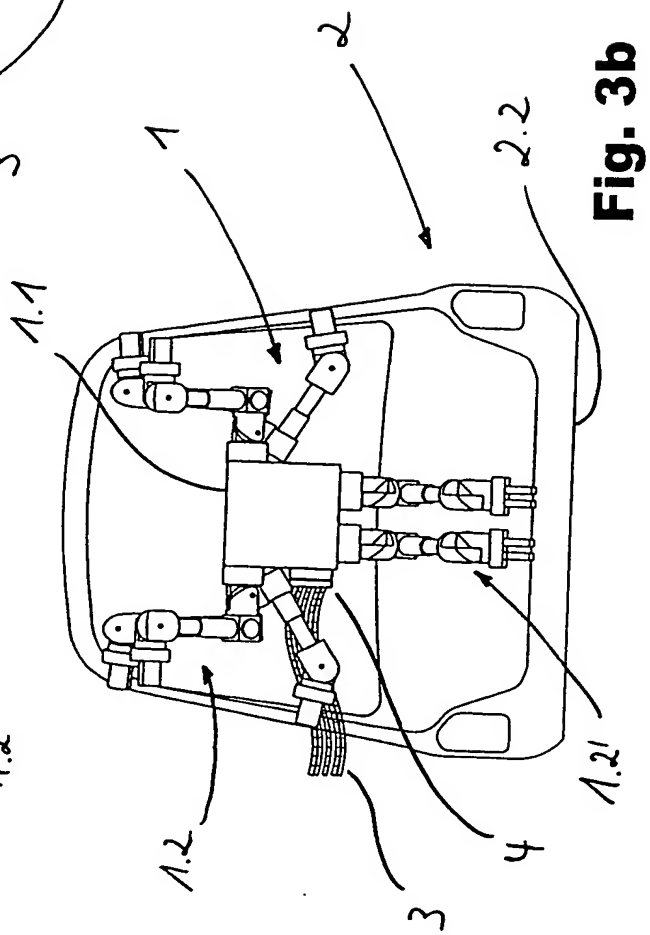
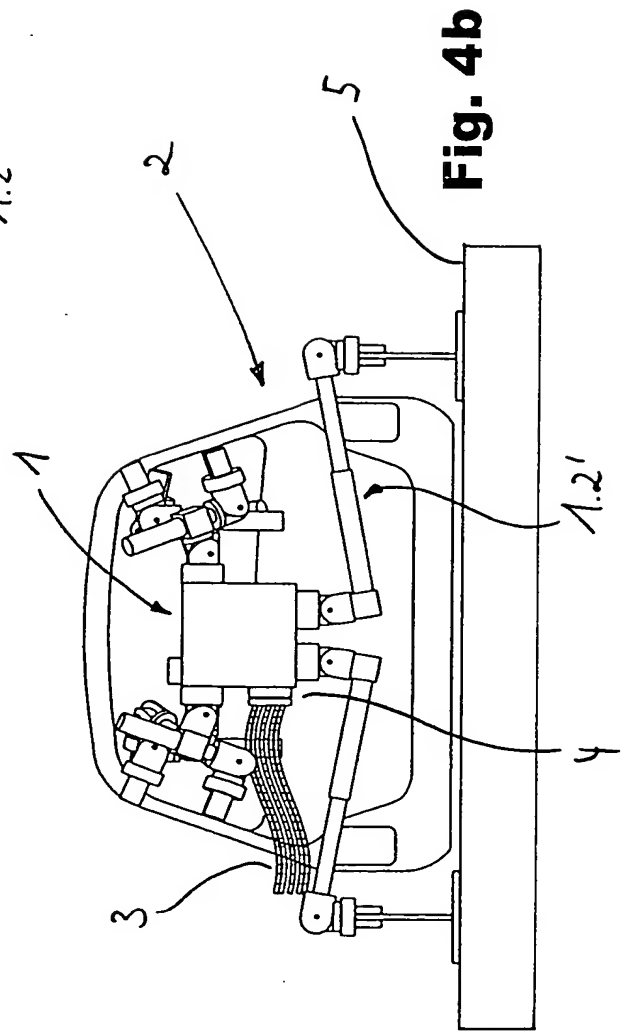
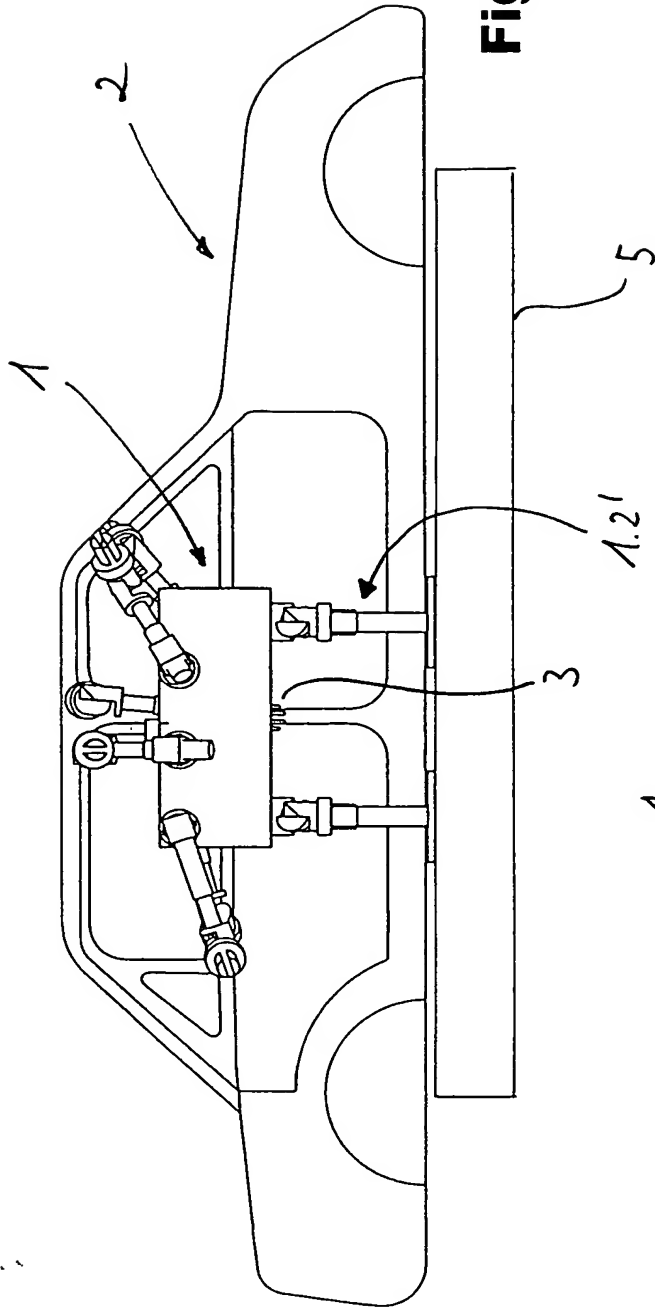
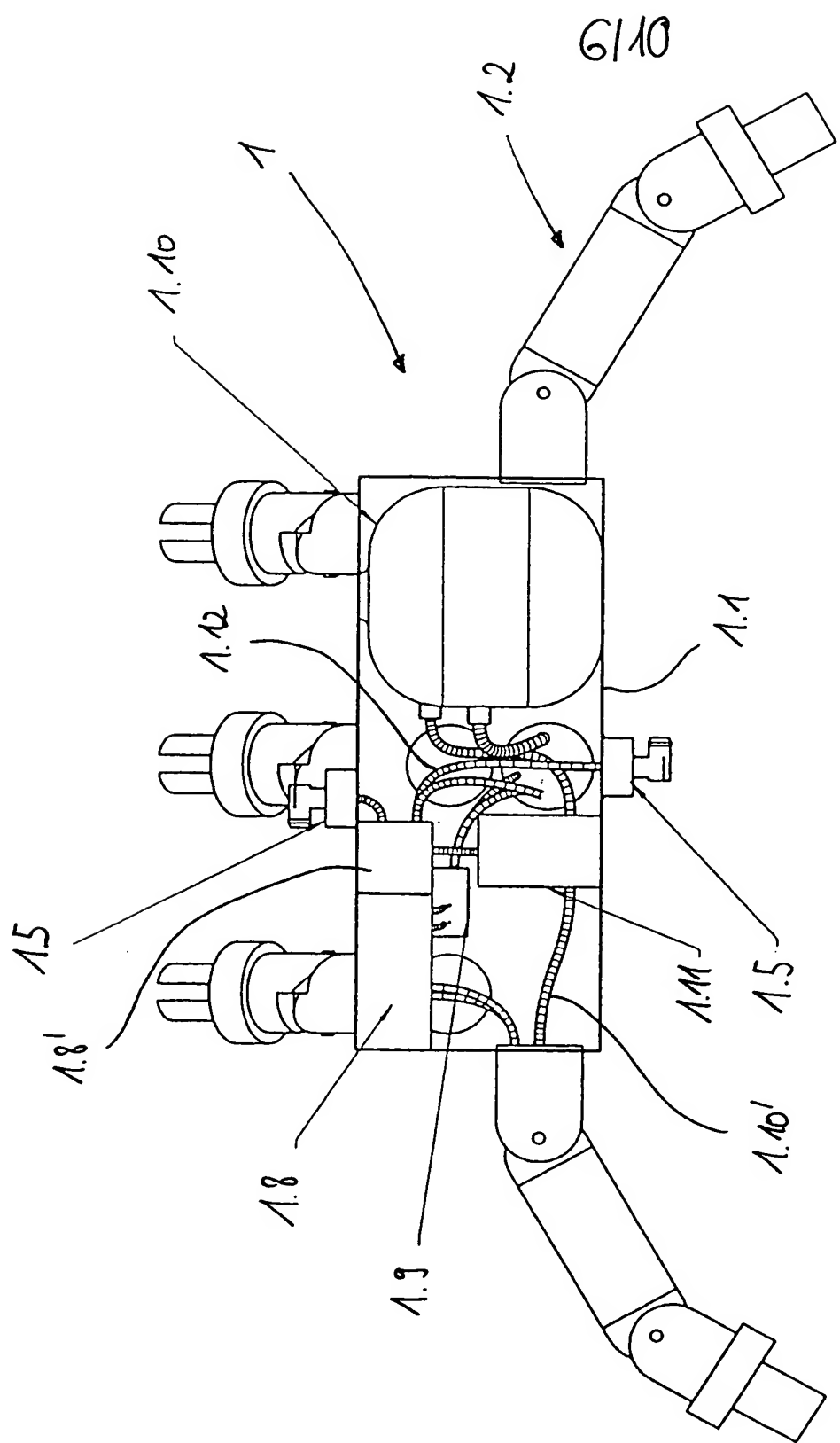


Fig. 3a

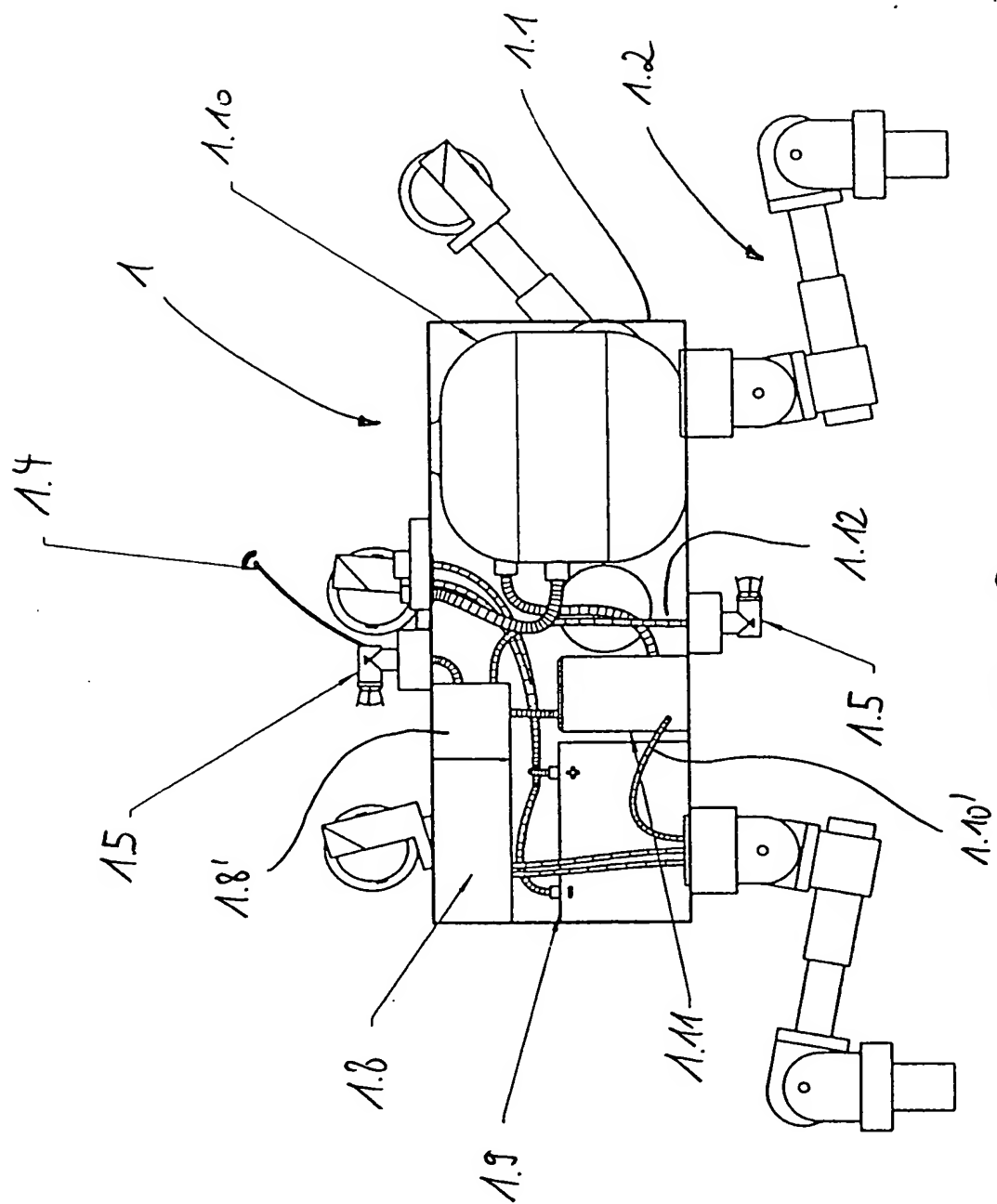
4/10







**Fig. 5**



**Fig. 6**

8/10

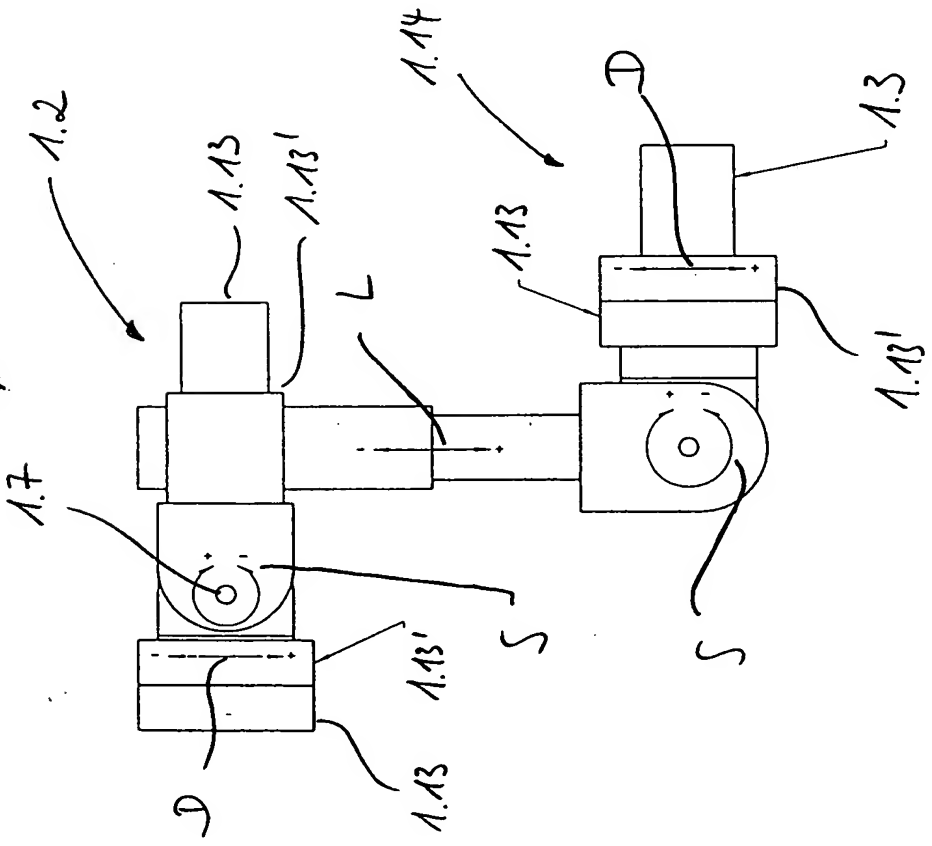


Fig. 7

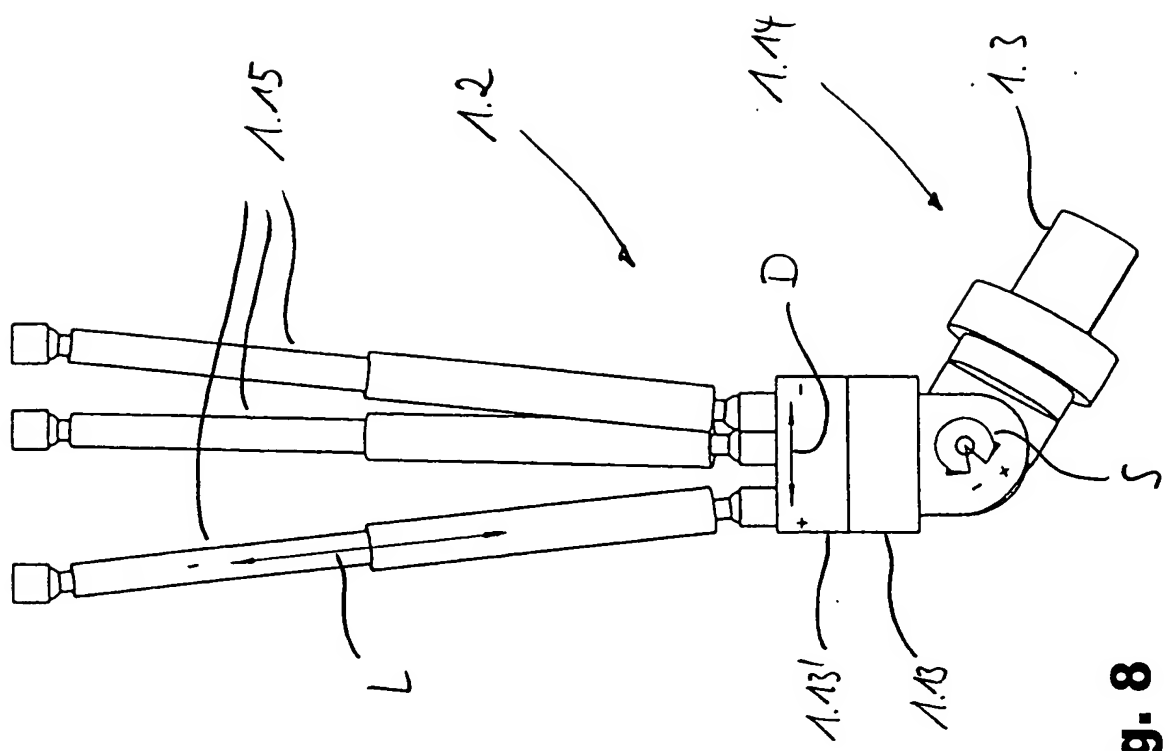
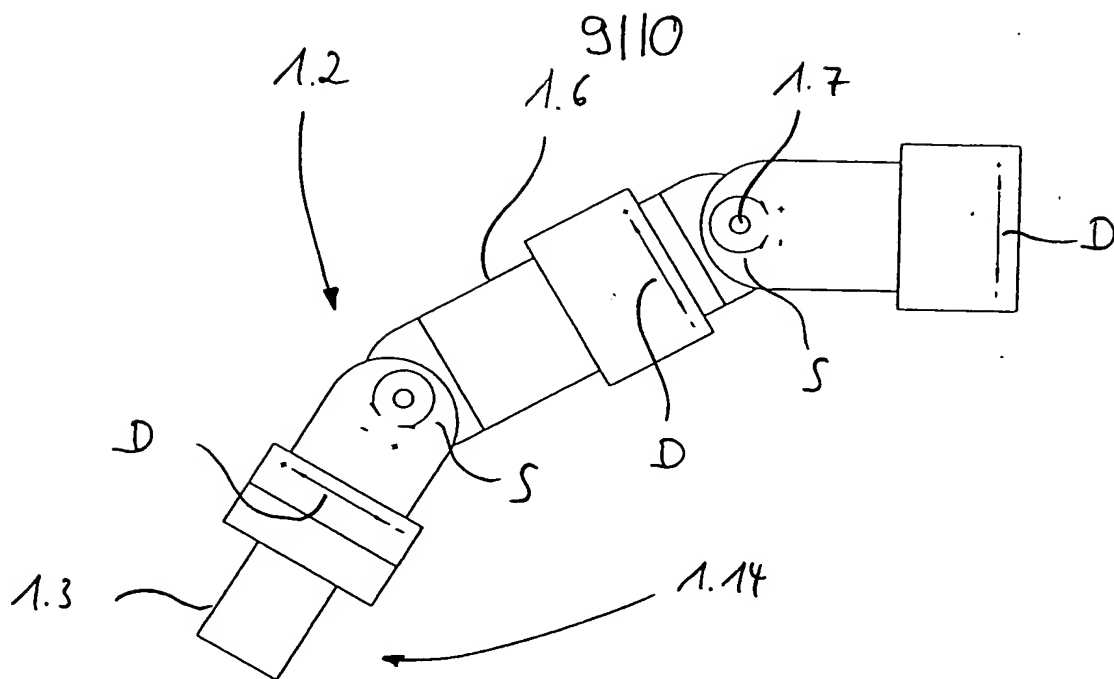
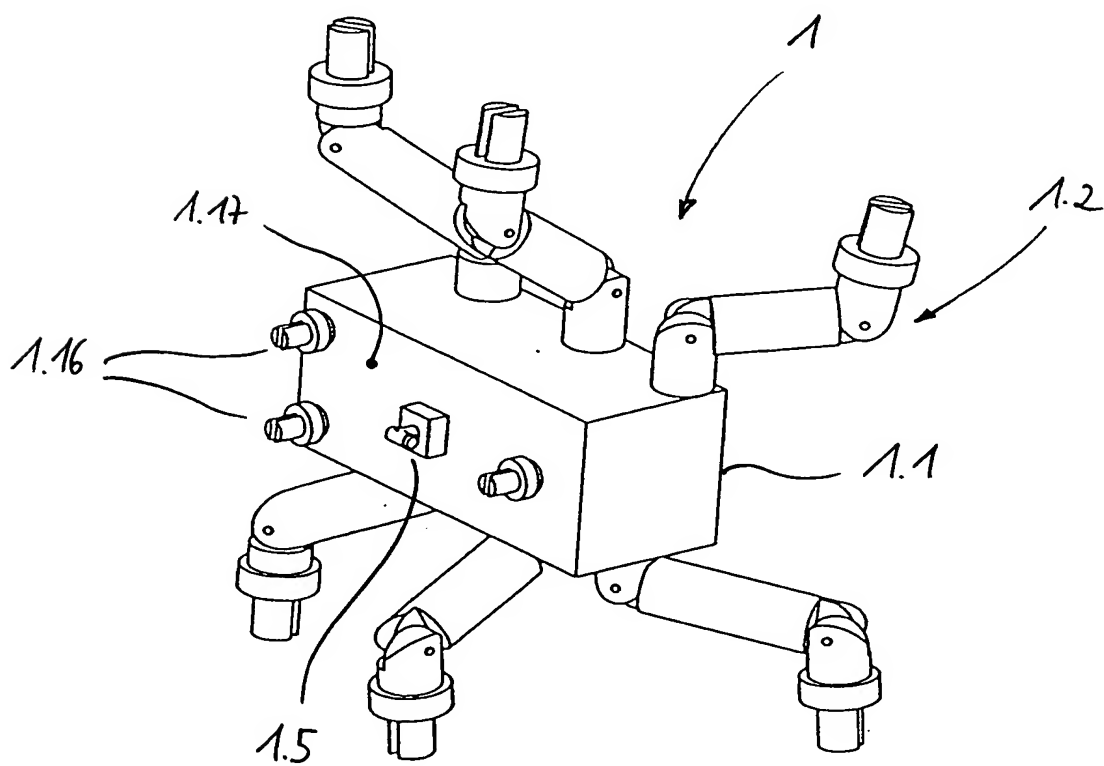


Fig. 8



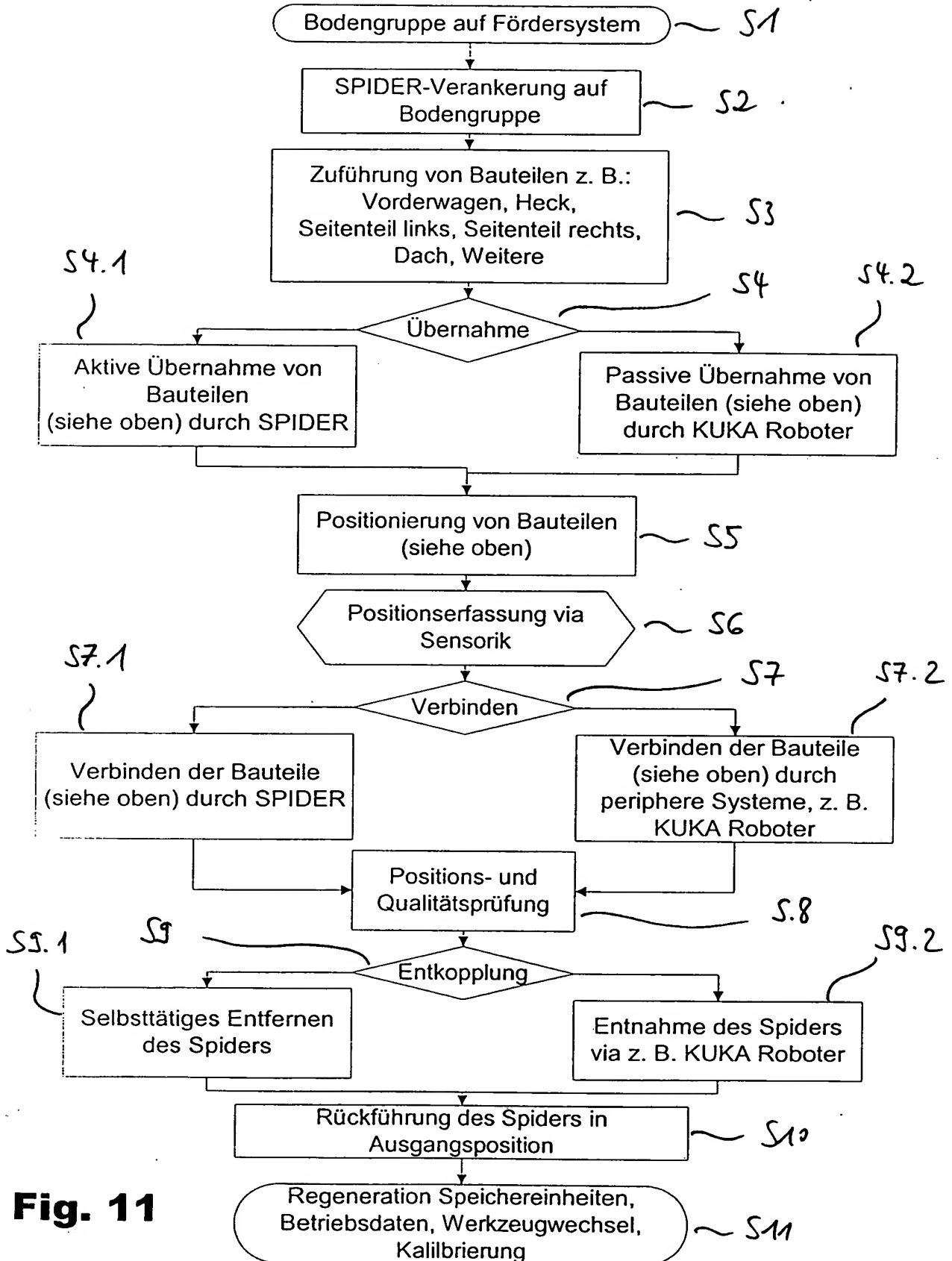


**Fig. 9**



**Fig. 10**

10110



**Fig. 11**